МИНОБРНАУКИ РОССИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)

Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ по

лабораторной работе №2

по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»

Тема: Рекурсивная обработка иерархических списков

Студент гр. 8304 Самакаев Д.И.

Преподаватель Фирсов М.А.

Санкт-Петербург

2019

Вариант 21

Цель работы.

Изучить основные принципы работы иерархических списков и их обработки.

Постановка задачи.

1. Изучив условия задачи разработать эффективный алгоритм обработки входных данных.

2. Сопоставить рекурсивное решение с итеративным решением задачи;

3. Сделать вывод о целесообразности и эффективности реализованного алгоритма решения задачи.

Пусть выражение (логическое, арифметическое, алгебраическое*) представлено иерархическим списком. В выражение входят переменные, которые являются атомами списка. Операции представляются в префиксной форме ((<операция> <аргументы>)), либо в постфиксной форме (<аргументы> <операция>)). Аргументов может быть 1, 2 и более. Например (в префиксной форме): (+ a (* b (- c))) или (OR a (AND b (NOT c))).

В задании даётся один из следующих вариантов требуемого действия с выражением: проверка синтаксической корректности, (преобразование), вычисление. Пример упрощения: (+ 0 (* 1 (+ a b))) преобразуется в (+ a b). В задаче вычисления на входе дополнительн задаётся список значений переменных ((x1 c1) (x2 c2) … (xk ck)), где xi – переменная, а ci - её значение (константа).

В индивидуальном задании указывается: тип выражения (возможно дополнительно – состав операций), вариант действия и форма записи.

* - здесь примем такую терминологию: в арифметическое выражение входят операции +, -, *, /, а в алгебраическое – +, -, * и дополнительно некоторые функции.

21) арифметическое, вычисление, постфиксная форма

Описание алгоритма.

Считываются строки выражения и значений переменных, после чего значения переменных заносятся в словарь по имени переменных. После этого,

при проходе по строке выражения, имена переменных заменяются на их значения. Следующим шагом создаётся и рекурсивно заполняется иерархический список. Последним действием программа производит вычисление значения выражения, рекурсивно проходя по ранее составленному иерархическому списку.

Иерархический список заполняется по следующему алгоритму: производится поиск аргументов, будь то выражение, представленное в виде скобок и их содержимого, или число. Если выражение, к нему применяется та же функция, а в поле значения заносится операция, если число, оно заносится в поле значения. Найдя один аргумент пробуем найти знак операции. Если не получилось, производится поиск второго аргумента аналогично поиску первого, после чего снова производится поиск знака операции.

Спецификация программы.

Программа предназначена для арифметического вычисления значения выражений, представленных в постфиксной форме.

Программа написана на языке C++. Входные данные подаются в виде строк текстового файла или консольным вводом.

Описание функций.

1. `bool is_brackets_correct(std::string &expression)`

   Определяет, правильно ли в строке expression расставлены скобки.

2. `void fill_map(std::string& values_str, std::map<std::string, int>& arguements_values_map)`

   Находит в строке values_str имена переменных и их значения, после чего заносит их в словарь arguments_values_map.

3. `bool create_node(std::string& expression, int &i, Node* &element)`

4. `bool rec_fill_branch(Node* &element, std::string& expression)`

Две взаимно рекурсивные функции, осуществляющие заполнение иерархического списка.

5. `void substitute(std::string& expression, std::map<std::string, int>& arguements_values_map)`

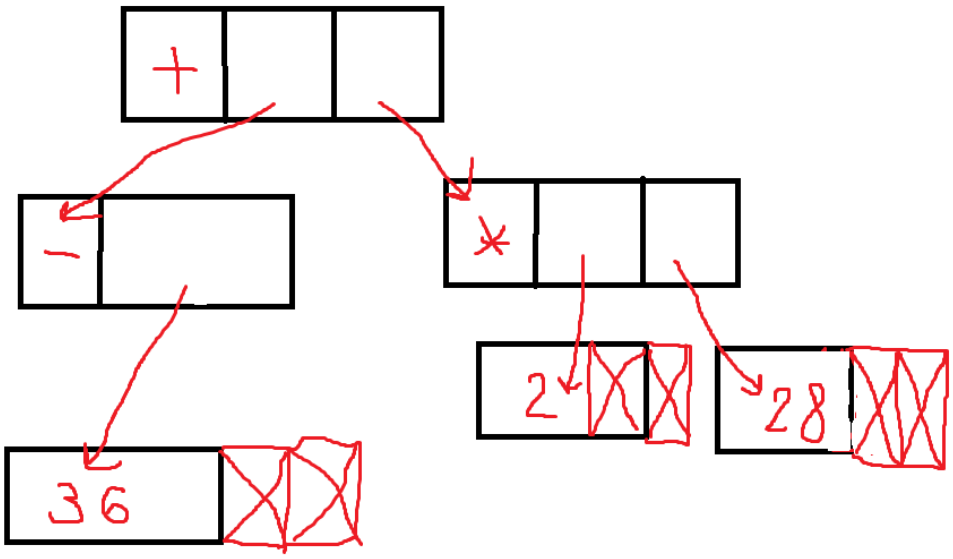
Меняет в строке expression аргументы на их значения.

6. `bool is_operand(char c)`

Проверяет, является ли символ знаком операции.

7. `int Node::calculate()`

Рекурсивно выполняет вычисление значения выражения.

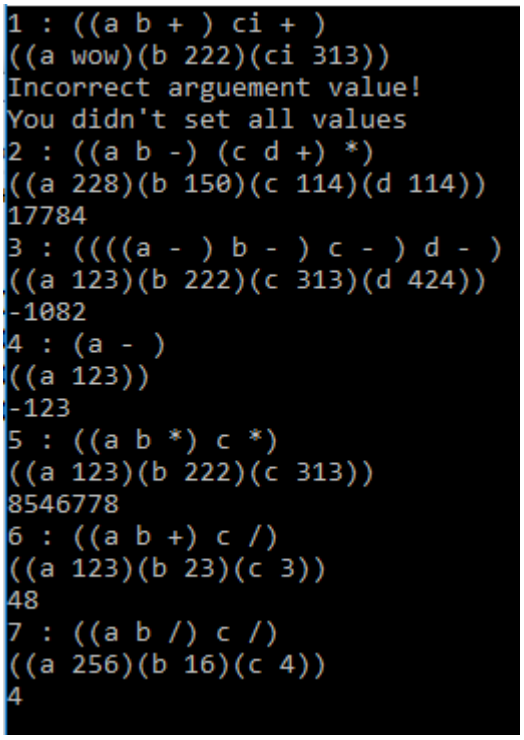


Вывод.

Была реализована программа, позволяющая вычислять значения арифметических выражений в постфиксной форме.

Приложение.

1)Тестирование.



((a b +) ci +) ((a wow)(b 222)(ci 313))	Incorrect arguement value! You didn't set all values
((a b -) (c d +) *) ((a 228)(b 150)(c 114)(d 114))	17784
((((a -) b -) c -) d -) ((a 123)(b 222)(c 313)(d 424))	-1082
(a -) ((a 123))	-123
((a b *) c *) ((a 123)(b 222)(c 313))	8546778
((a b +) c /) ((a 123)(b 23)(c 3))	48
((a b /) c /) ((a 256)(b 16)(c 4))	4

2)Исходный код.

```
#include <iostream>
#include <regex>
#include <string>
#include <fstream>
#include <variant>
#include <map>


struct Node {
	Node() = default;

	std::variant<char, int> value;
	std::variant<std::pair<Node*, Node*>, Node*> arguments;

	int calculate();

};

bool rec_fill_branch(Node*& element, std::string& expression);

void rec_free(Node* &head) {
	if (std::holds_alternative<std::pair<Node*, Node*>>(head->arguments))
{
		if((std::get<std::pair<Node*, Node*>>(head->arguments).first))
			rec_free((std::get<std::pair<Node*, Node*>>(head-
>arguments).first));
		if ((std::get<std::pair<Node*, Node*>>(head->arguments).second))
			rec_free((std::get<std::pair<Node*, Node*>>(head-
>arguments).second));
		free(head);
	}
	else if (std::holds_alternative <Node*>(head->arguments)) {
		rec_free(std::get<Node*>(head->arguments));
		free(head);
	}
}

int Node::calculate()
{
	if (std::holds_alternative<char>(value))
	{
		if (std::get<char>(value) == '+')
			return std::get<std::pair<Node*, Node*>>(arguments).first-
>calculate() +
				std::get<std::pair<Node*,
Node*>>(arguments).second->calculate();
		if (std::get<char>(value) == '*')
			return std::get<std::pair<Node*, Node*>>(arguments).first-
>calculate() *
				std::get<std::pair<Node*,
Node*>>(arguments).second->calculate();
		if (std::get<char>(value) == '-')
		{
			if (std::holds_alternative<std::pair<Node*,
Node*>>(arguments))
```

```
                        return std::get<std::pair<Node*,
Node*>>(arguments).first->calculate() -
                                    std::get<std::pair<Node*,
Node*>>(arguments).second->calculate();
                else
                        return (-1) * std::get<Node*>(arguments)-
>calculate();
            }
            if (std::get<char>(value) == '/')
                return std::get<std::pair<Node*, Node*>>(arguments).first-
>calculate() /
                                std::get<std::pair<Node*,
Node*>>(arguments).second->calculate();
        }
        else
            return std::get<int>(value);
        return 0;
}

bool is_operand(char c) {
        if (c == '-' || c == '+' || c == '*' || c == '/')
            return true;
        else return false;
}

bool create_node(std::string& expression, int &i, Node* &element) {

        int bracket_cnt = 0;
        std::string buff;

        if (expression[i] == '(') {
            while (true) {
                buff += expression[i];
                if (expression[i] == '(') {
                    bracket_cnt++;
                }
                else if (expression[i] == ')') {
                    bracket_cnt--;
                }
                i++;
                if (bracket_cnt == 0) {
                    break;
                }
            }

            if (!rec_fill_branch(element, buff))
                return false;
        }
        else {
            while (expression[i] != ' ' && expression[i] != '(' &&
expression[i] != ')') {
                if (isdigit(expression[i])) {
                    buff += expression[i];
                    i++;
                }
                else
                    return false;
            }
```

```
            element->value = stoi(buff);
      }

      return true;
}

bool rec_fill_branch(Node* &element, std::string& expression) {

      int i = 1;
      std::string buff;

      Node* left = new Node;
      bool f = create_node(expression, i, left);

      if (!f) {
            return false;
      }

      while (expression[i] == ' ') {
            i++;
      }

      if (is_operand(expression[i])) {
            if (expression[i] != '-')
                  return false;
            else {
                  element->value = expression[i];
                  element->arguments = left;
                  return true;
            }
      }

      else {
            Node* right = new Node;
            f = create_node(expression, i, right);

            if (!f) {
                  return false;
            }

            while (expression[i] == ' ') {
                  i++;
            }

            if (is_operand(expression[i]))
                  element->value = expression[i];
            else
                  return false;

            element->arguments = std::make_pair(left, right);
            return true;
      }

      return true;
}

bool is_brackets_correct(std::string &expression) {
```

```
	int brackets_cnt = 0;

	for (size_t i = 0; i < expression.length(); i++) {
		if (brackets_cnt < 0)
			return false;
		else {
			if (expression[i] == '(')
				brackets_cnt++;
			else if (expression[i] == ')')
				brackets_cnt--;
			else continue;
		}
	}
	if (brackets_cnt == 0)
		return true;
	else return false;
}

void fill_map(std::string& values_str, std::map<std::string, int>&
arguements_values_map) {

	std::regex pattern("(\\((\\w+) (-?\\d+)\\))");
	std::smatch match;

	int is_like_pattern = 0;
	while (is_like_pattern = std::regex_search(values_str, match,
pattern)) {
		arguements_values_map.insert(std::pair<std::string,
int>(match[2].str(), stoi(match[3])));
		values_str.erase(match.position(2), match[2].length());
	}


	for (size_t i = 0; i < values_str.length(); i++) {
		if (isalpha(values_str[i])) {
			std::cout << "Incorrect arguement value!" << std::endl;
			break;
		}
	}
}

//replace var names with their values
bool substitute(std::string& expression, std::map<std::string, int>&
arguements_values_map) {

	int pos = 0;
	std::string buff;
	for (auto it = arguements_values_map.begin(); it !=
arguements_values_map.end(); ++it) {
		buff = std::to_string(it->second);
		pos = expression.find(it->first);
		while (pos != -1) {
			if ((pos == 0 || !isalpha(expression[pos - 1])) &&
!isalpha(expression[pos + it->first.length()])) {
				expression.replace(pos, it->first.length(), buff);
				pos = expression.find(it->first, pos);
			}
			else pos = expression.find(it->first, pos + 1);
```

```
		}
	}

	arguements_values_map.clear();

	for (size_t i = 0; i < expression.length(); i++) {
		if (isalpha(expression[i])) {
			std::cout << "You didn't set all values" << std::endl;
			return false;
		}
	}

	return true;

}

void console_input(std::map <std::string, int>& arguements_values_map,
Node* head) {

	std::cout << "Please enter an expression" << std::endl;
	std::string expression;

	getline(std::cin, expression);

	std::cout << "Please enter the values" << std::endl;
	std::string values;

	getline(std::cin, values);

	fill_map(values, arguements_values_map);

	if (is_brackets_correct(expression)) {
		if (substitute(expression, arguements_values_map)) {
			if (rec_fill_branch(head, expression)) {
				std::cout << head->calculate() << std::endl;;
			}
			else
				std::cout << "Incorrect expression detected" <<
std::endl;
		}
	}
}

void file_input(char* argv, std::map <std::string, int>&
arguements_values_map, Node* head) {

	std::ifstream file;
	std::string file_name = argv;

	file.open(file_name);
	if (!file.is_open())
		std::cout << "Error! File isn't open" << std::endl;

	std::string expression;
	std::string values;
	int i = 0;
	while (!file.eof()) {
		i++;
```

```
            getline(file, expression);
            getline(file, values);

            std::cout << i << " : " << expression << std::endl << values <<
std::endl;

            fill_map(values, arguements_values_map);

            if (is_brackets_correct(expression)) {
                  if (substitute(expression, arguements_values_map)) {
                        if (rec_fill_branch(head, expression)) {
                              std::cout << head->calculate() << std::endl;;
                        }
                        else
                              std::cout << "Incorrect expression detected" <<
std::endl;
                  }
            }
      }
}

int main(int argc, char** argv)
{
      Node* head = new Node;

      std::map <std::string, int> arguements_values_map;

      if (argc == 1)
            console_input(arguements_values_map, head);
      else if (argc == 2)
            file_input(argv[1], arguements_values_map, head);
      else std::cout << "Please check arguments are correct";

      rec_free(head);
}
```